Arab Republic of Egypt

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

ES 4603-3 (2006) (Arabic): Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts Part :3 Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min when measured in situ

BLANK PAGE

المواصفات القياسية المصرية

ES

م ق م : ٤٦٠٣-٣/ ٢٠٠٦

ISO 10816-3/1998

الاهتزازات الميكانيكية – تقييم الاهتزازات الميكانيكيه

عن طريق اجراء قياسات على الأجزاء غير الدوارة

الجزء : الثالث

قياسات الموقع للماكينات الصناعية ذات القدرة الأسمية أكبر من ١٥ ك وات والسرعة الأسمية من ١٢٠ إلى ١٥٠٠ لفه/دقيقه .

جمهورية مصر العربية
الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

تاريخ الاعتماد : ٢٠٠٦/٥/١٤

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

العنوان : ١٦ ش تدريب المتدربين – السواح – الأميرية.

تليفون : ٢٨٤٥٥٢٢- ٢٨٤٥٥٢٤

فاكس : ٢٨٤٥٥٠٤

بريد الكترونى : moi@idsc.net.eg

موقع الكترونى : www.eos.org.eg

م ق م : ٤٦٠٣-٣/ ٢٠٠٦
ISO 10816-3:1998

مقدمة

م ق م ٤٦٠٣-٣/ ٢٠٠٦ الخاصة بـ الاهتزازات الميكانيكية – تقييم الاهتزازات الميكانيكيه عن طريق اجراء قياسات على الأجزاء غير الدوارة الجزء الثالث: قياسات الموقع للماكينات الصناعية ذات القدرة الأسمية أكبر من ١٥ ك وات والسرعة الأسمية من ١٢٠ إلى ١٥٠٠ لفه/دقيقه

متماثلة فنيا مع المواصفة الدولية رقم**ISO 10816-3:1998** والخاصة بـ الاهتزازات الميكانيكية – تقييم الاهتزازات الميكانيكيه عن طريق اجراء قياسات على الأجزاء غير الدوارة الجزء الثالث: قياسات الموقع للماكينات الصناعية ذات القدرة الأسمية أكبر من ١٥ ك وات والسرعة الأسمية من ١٢٠ إلى ١٥٠٠ لفه/دقيقه .

قام بإعداد هذه المواصفة لجنة التوافق رقم ١/٥ والخاصة بالميكانيكية

الاهتزازات الميكانيكية – تقييم الاهتزازات الميكانيكيه عن طريق اجراء قياسات على الأجزاء غير الدوارة

الجزء الثالث: قياسات الموقع للماكينات الصناعية ذات القدرة الأسمية أكبر من ١٥ ك وات والسرعة الأسمية من ١٢٠ إلى ١٥٠٠ لفه/دقيقه .

تصدر هذه المواصفة في ست أجزاء :

الجزء الأول :- إرشادات عامة

الجزء الثاني :- التوربينات البخارية والمولدات الكهربية المثبتة على الأرض ذات القدرة أكبر من ٥٠ ميجاوات عند سرعات التشغيل الدوارنية ١٥٠٠لفه/دقيقه , ١٨٠٠ لفه/دقيقه ,٣٠٠٠ لفه/دقيقه , ٦٠٠ لفه/دقيقه.

الجزء الثالث :- قياسات الموقع للماكينات الصناعية ذات القدرة الأسمية أكبر من ١٥ ك وات والسرعة الأسمية من ١٢٠ إلى ١٥٠٠ لفه/دقيقه .

الجزء الرابع :- المعدات المدارة بواسطة توربينات غازية ماعدا الملحقة بالطائرات.

الجزء الخامس :- مجموعات توليد القوة الهيدروليكية والمضخات .

الجزء السادس :- المعدات الترددية ذات القدرة أكبر من ١٠٠ كيلووات .

١ المجال

يطبق معيار الاهتزاز الموجود فى هذا الجزء من المواصفة فقط على التوربينات البخارية أو المحركات الكهربائية ذات القدرة الاسمية أكبر من ١٥ ك وات و سرعات التشغيل الاسمية بين ١٢٠ و ١٥٠٠ لفة/ دقيقة.

وتنطبق المعايير الواردة فى هذه المواصفة على الماكينات التالية :

١ - التوربينات البخارية بقدرات حتى ٥٠ ميجاوات.

٢- التوربينات البخارية بقدرة أكبر من ٥٠ ميجاوات وسرعات أقل من ١٥٠٠ لفة / دقيقة أو سرعات أعلى من ٣٦٠٠ لفة / دقيقة (وغير الواردة فى الجزء الثانى من هذة المواصفة).

٣- الضواغط الدوارة.

٤- التوربينات الغازية الصناعية بقدرة حتى ٣ ميجاوات.

٥- مضخا ت الطرد المركزى، ذات الإنسياب المحورى أو المختلط.

٦- المولدات الكهربائية.

٧- المحركات الكهربائية من أى نوع.

٨- المراوح ونافخات الهواء.

الماكينات التالية مستبعدة من هذا الجزء من هذة المواصفة :

- مولدات البخار التوربنية الأرضية بقدرات أكبر من ٥٠ ميجاوات وذات سرعات : ١٥٠٠، ١٨٠٠ ، ٣٠٠٠، أو ٣٦٠٠ لفة / دقيقة (الجزء الثانى من هذة المواصفة).

- التوربينات الغازية بقدرات أكبر من ٣ ميجاوات (الجزء الرابع من هذة المواصفة).
- مولدات القوى الهيدروليكية ووحدات الضخ (الجزء الخامس من هذة المواصفة).
- الماكينات المتصلة بأجزاء ذات حركة ترددية (الجزء السادس من هذة المواصفة).
- الضواغط ذات الإزاحة الإيجابية ، مثل الضواغط اللولبية.
- الضواغط الترددية.
- المضخات الترددية.
- المضخات المغمورة.
- التوربينات الهوائية .

يستخدم المعيار فى هذا الجزء من هذة المواصفة لأخذ قياسات النطاق الواسع من الإهتزاز فى الموقع على محور التحميل أو أعمدة محاور التحميل أو غلاف الماكينات تحت ظروف تشغيل مستقرة وعند نطاق السرعات المعتادة . وهذا المعيار يستخدم فى كل من اختبارات القبول ومراقبة التشغيل ، كما ينطبق على حالات التشغيل المستمرة أو المتقطعة .

وينطبق المعيار فى هذا الجزء من هذة المواصفة على الماكينات التى قد تحتوى على تروس أو كراسى رولمان بلى ، ولكن لا يستخدم كمعيار تشخيص لهذه الأجزاء.

وهذه المعايير تستخدم فقط للاهتزاز الناتج عن الماكينة نفسها وليس للاهتزاز المنقول إليها من مصدر خارجى.

٢ المراجع المكملة

٢/ ١ المواصفة القياسية الدولية ISO 496/1973

Driving and driven machines – Shaft hieghts

٢/ ٢ المواصفة القياسية الدولية ISO 2954/1975

Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery – Requirements for instruments for measuring vibration severity

٢/ ٣ المواصفة القياسية الدولية ISO 7919-3 /1996

Mechanical vibration of non- reciprocating machines – Measurements on rotating shafts and evaluation criteria – part3 : Coupled industrial machines

٣ إجراءات القياس و شروط التشغيل

تستخدم الطرق العامة الموضحة فى من هذه المواصفة بالتوصيات التالية:

٣/ ١ أجهزة القياس:

يجب أن تكون أجهزة القياس لها القدرة على قياس نطاق واسع من الجذر التربيعي لمربع المتوسطات r.m.s للاهتزاز و باستجابة مستوية على مدى تردد على الأقل من ١٠- ١٠٠٠ هيرتز لتتواءم مع متطلبات المواصفة المدرجة بالبند (٢) من المراجع المكملة . وطبقا لمعيار الاهتزاز الذي قد يتطلب هذا قياسات إزاحة أو سرعة أو خليط منهما
(انظر الجزء الأول من هذه المواصفة) . ولكن بالنسبة للماكينات التي لها سرعة تشغيل تقترب من أو أقل من ٦٠٠ لفة / دقيقة فإن الحد الأدنى لمدى الاستجابة المستوية يجب ألا يكون أكبر من ٢ هيرتز.

:

اذا كان جهاز القياس يستخدم أيضا لأغراض التشخيص (تحديد سبب العطل) فانه قد يستدعى ذلك أن يكون الحد الأعلى للتردد أكبر من ١٠٠٠ هرتز .

يجب التأكد من أن نظام القياس لا يتأثر بالعوامل البيئية المحيطة مثل:

- التغير في درجات الحرارة.
- المجال المغناطيسي.
- المجال الصوتي.
- التغير في مصدر القدرة.
- طول كابل مجس القياس.
- اتجاه مجس القياس.

يجب التأكد بعناية من أن تركيب مجس قياس الاهتزاز سليم وأن هذا التثبيت لا يؤثر على دقة القياسات.

٣/ ٢ مواضع القياس:

تؤخذ القياسات عموما على الأجزاء الواضحة من الماكينة و فى مكان يسهل الوصول إليه. يجب التأكد من أن القياسات تمثل فعلا اهتزاز الآلة ولا تحتوى على أى رنين أو تكبير موضعي . أماكن و اتجاهات قياسات الاهتزاز يجب أن تكون ممثلة للقوى الديناميكية الناجمة عن الماكينة وبدرجة حساسية مناسبة. ويتطلب هذا فى المعتاد أخذ قياسات قطرية فى اتجاهين متعامدين على كل غطاء كرسى تحميل أو قاعدته ، كما هو موضح فى الشكلين (١) و (٢).

يمكن وضع مجسات القياس على آي زاوية على مبيت كراسي التحميل أو حواملها . وتفضل الاتجاهات الرأسية و الأفقية بالنسبة للماكينات الأفقية. وبالنسبة للماكينات الرأسية أو المائلة يكون الاتجاه المستخدم هو موضع المجس الذي يعطى أعلى قراءة (عادة في اتجاه المحور المرن). وفى بعض الحالات قد يوصى أيضا بالقياس في اتجاه المحور(انظر البند ٥ /٣/١). أماكن واتجاهات مجسات القياس يجب أن تسجل مع القراءات.

قد يستخدم مجس واحد للقياس بدلا من اثنين متعامدين إذا كان معلوما أن القياس يعطى معلومات كافية عن مقدار اهتزاز الماكينة. وفى هذه الحالة يكون المطلوب توخى الحرص والحذر في تقييم الاهتزاز حيث أنه من الممكن أن يكون اتجاه القياس لا يمثل أكبر قيمة للاهتزازات في هذا المستوى.

٣/ ٣ المراقبة المستمرة وغير المستمرة:

من المتعارف عليه انه في حالة الماكينات الكبيرة والحرجة تثبيت مجسات قياس للاهتزازات للمراقبة المستمرة على موضع حساسة فيها. وفى كثير من الماكينات الصغيرة (سواء من ناحية الحجم او القدرة) لا يكون ضروريا تركيب نظام مراقبة مستمرة. ويمكن اكتشاف التغير في عدم

الاتزان ، وأداء كرسى التحميل والمحاذاة أو غيرها بدرجة وثوق كافية بعمل قياسات دورية لمجسات مثبتة فى الماكينة أو مجسات يدوية. ومن الشائع الآن استخدام الكمبيوتر لمتابعة اتجاه الإهتزازت والتحذير من تدهور الأداء.

٣/ ٤ ظروف التشغيل:

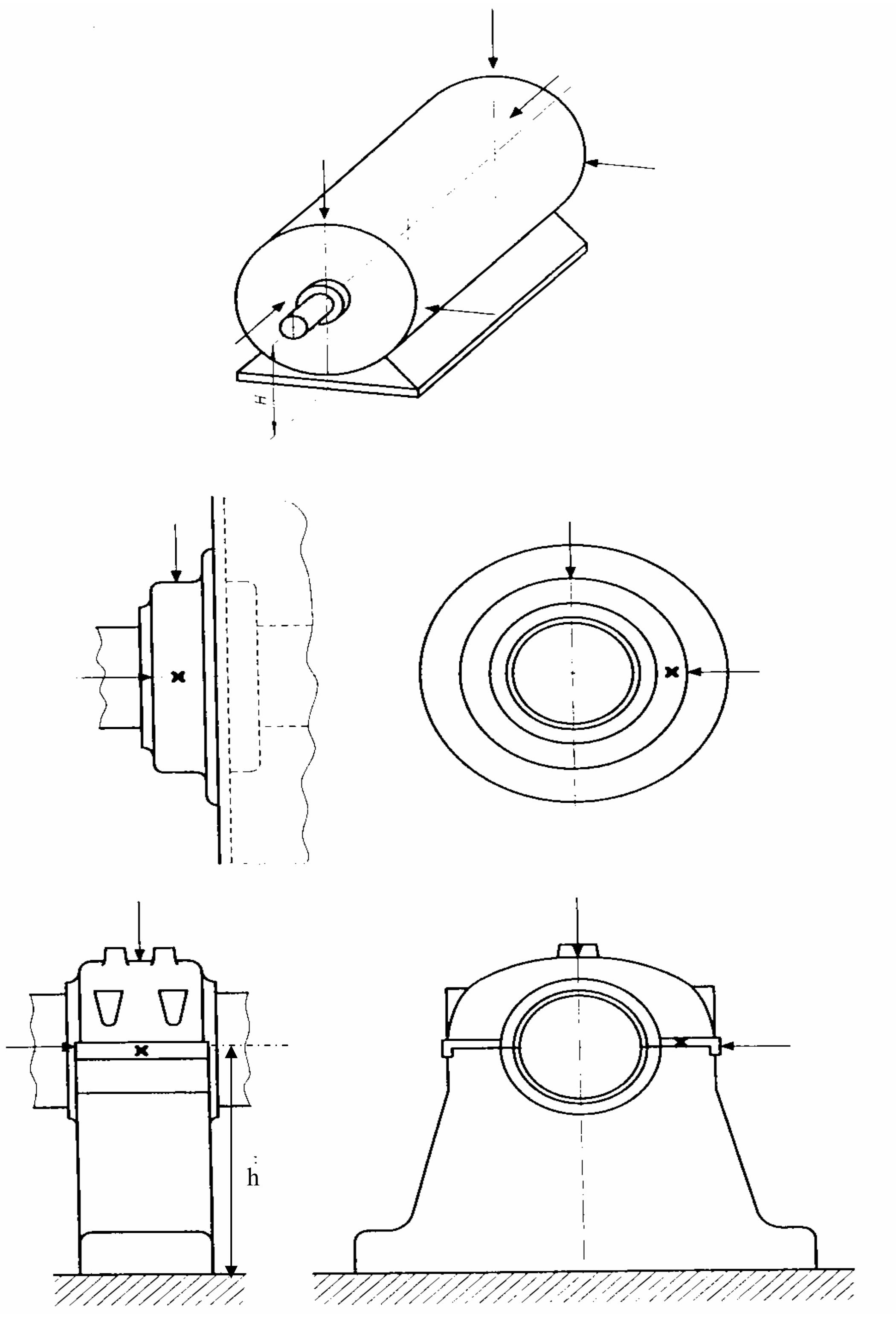
يتم أخذ القياسات بعد أن يكون محور الدوران وكراسي التحميل قد وصلت إلى درجة حرارة التشغيل العادية وتشغيل الماكينة عند الظروف المطلوبة مثل معدل السرعة، والفولت، والضغط والتحميل .

وفى حالة الماكينات ذات السرعات و الأحمال المتغيرة ، فان القياسات يجب أن تؤخذ عند كل الظروف المتوقع أن تكون عليها الماكينة أثناء التشغيل لمدة طويلة. وأعلى قيمة تؤخذ فى القياس تحت هذه الظروف تكون ممثلة لشدة قوة الاهتزاز.

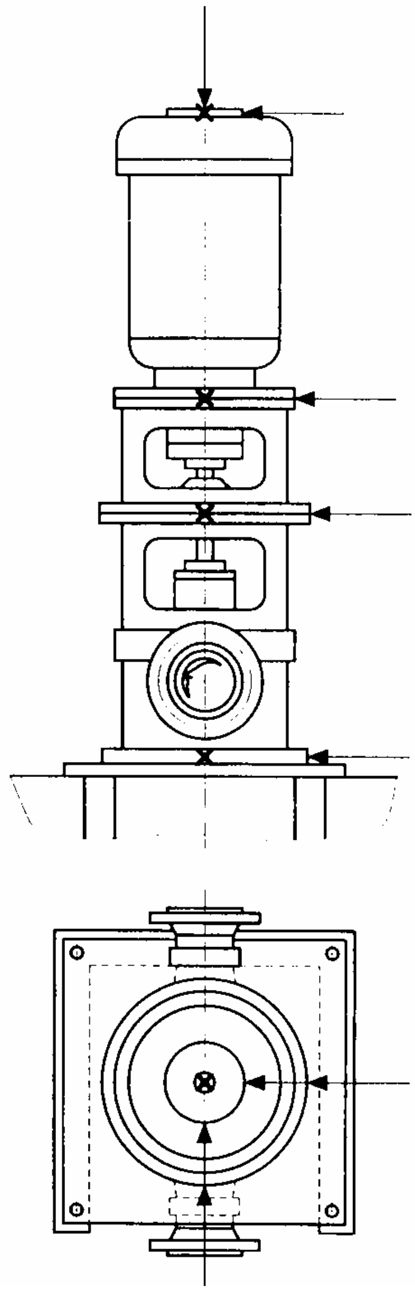
وإذا كانت قيمة الاهتزاز أكبر من المعيار المقبول ، بالإضافة الى وجود شك فى زيادة فى الاهتزازات المحيطة، فان القياسات يجب أن تجرى أثناء توقف الماكينة لتعيين درجة التأثير الخارجي على الاهتزازات. إذا كان قياس الاهتزاز اثناء التوقف يزيد على ٢٥% من القيمة المقاسه أثناء تشغيل الماكينة، فانه يجب إجراء تصحيح لتقليل تأثير هذه الاهتزازات المحيطة .

:

فى بعض الحالات يمكن إلغاء التأثير الخارجي للاهتزاز وذلك بأجراء التحليل الطيفي أو إلغاء المصدر الخارجي الذي أثر على الاهتزازات.



الشكل (١) يوضح نقاط القياس



الشكل (٢) يوضح نقاط القياس للماكينات الرأسية

٤ تصنيف الماكينات

فى هذا الجزء من هذه المواصفة يتم تقسيم شدة الاهتزاز طبقا للعوامل الآتية :
- نوع الماكينة.
- القدرة التشغيلية أو ارتفاع محور العمود .
مرونة نظام التدعيم. -

٤/ ١ التصنيف طبقا لنوع الماكينة أو القدرة التشغيلية أو ارتفاع محور العمود :

تتطلب التغييرات الواضحة في التصميم، والنوع أو محاور الدوران وبنية الدعائم تقسيم الماكينات إلى مجموعات مختلفة (بناء على طول محور العمود (H) ، انظر بند (١) من بند المراجع المكملة). و تكون أعمدة الماكينات في هذه المجموعات الأربع أما أفقية، عمودية أو مائلة ويمكن تثبيتها على دعائم صلبة أو مرنة.

المجموعة ١: ماكينات كبيرة لها قدرة تشغيلية أكبر من ٣٠٠ك وات ، وماكينات كهربائية بارتفاع محور العمود (H) أكبر من أو يساوى ٣١٥ مم.

هذه الماكينات عادة لها محاور دوران منزلقة في المعتاد.ومدى سرعات التشغيل كبير ويتراوح بين ١٢٠ و ١٥٠٠٠ لفة / دقيقة.

المجموعة ٢: ماكينات حجم متوسط بقدرة أكبر من ١٥ ك وات وحتى ٣٠٠ ك وات ، يتراوح بين ١٦٠ ولا يزيد على ٣١٥مم. و ماكينات كهربائية بارتفاع محور العمود (H) هذه الماكينات بها كراسي رولمان بلى في محور الدوران وسرعة تشغيل أكبر من ٦٠٠ لفة / دقيقة.

المجموعة ٣: مضخات بها عدة مراحل من المراوح ذات الريش ومحرك إدارة منفصل (انسياب مركزي ، انسياب مختلط و انسياب محوري) بقدرة تشغيليه أكبر من ١٥ ك وات.

ماكينات هذه المجموعة يمكن أن يكون بها كراسي منزلقة أو كراسي بلى في محور الدوران.

المجموعة ٤ : مضخات بها عدة مراحل من الريش ومحرك إدارة غير منفصل
(انسياب مركزي، انسياب مختلط أو انسياب محوري) بقدرة أكبر من ١٥ ك وات.

ماكينات هذه المجموعة فى الغالب يمكن أن يكون بها كراسي منزلقة أو كراسي بلى فى محور الدوران.

:

١- تم تعريف ارتفاع محور العمود (H) في المواصفه المدرجة ببند (١) من المراجع المكملة على أنه المسافة المقاسة على الماكينة الجاهزة للتسليم بين محور العمود وسطح القاعدة للماكينة (الشكل ١).

٢- في حالة الماكينات التي ليس لها أرجل أو لها أرجل مرتفعة أو الماكينات الرأسية يقاس ارتفاع محور العمود (H) فى هذه الحالة لماكينة مثيلة مثبتة أفقيا. وفى حالة عدم وجود جسم واضح يستخدم نصف قطر الماكينة لارتفاع محور العمود .

٤/ ٢ التصنيف طبقا لمرونة الدعائم

هناك حالتان تستخدمان لتصنيف مرونةالدعائم في اتجاهات محددة :
- دعائم جسيئة ،
- دعائم مرنة.

تتحدد نوع الدعائم للماكينة بناء على العلاقة بين مرونة الماكينة والأساس المركبة عليها. فإذا كان أقل قياس للتردد الطبيعي للنظام المكون من الماكينة والدعائم في اتجاه القياس أكبر من التردد الرئيسي

للتشغيل (وهو في معظم الحالات تردد الدوران) ٢٥% على الأقل فان نظام الدعائم يعتبر جسيئا في هذا الاتجاه. وكل أنظمة التدعيم الأخرى يمكن اعتبارها مرنة.
مثال تطبيقي : فى حالة المحركات الكهربائية الكبيرة و المتوسطة الحجم، ذات السرعات المنخفضة، فأنها تكون ذات دعائم جسيئة ، في حين أن المولدات التوربينية أو الضواغط ذات قدرة أكبر من ١٠ ميجا وات وكذلك الماكينات الرأسية تكون عادة ذات دعائم مرنة.
فى بعض الحالات يمكن أن تكون الدعائم جسيئة في اتجاه القياس و مرنة في اتجاه آخر. فمثلا ، قد تكون أقل تردد طبيعي في الاتجاه الرأسي أعلى بقيمة كبيرة من تردد التشغيل، بينما يمكن أن يكون تردد الطبيعي في الاتجاه الأفقي أقل لأن هذه الدعائم تكون جسيئه في الاتجاه الرأسي و مرن في الاتجاه الأفقي . وفى هذه الحالة، يجب أن يكون تقييم الاهتزازات متوافقا مع حالة (تقسيم) الدعائم في اتجاه القياس.
و من الممكن تعيين نظام تصنيف التثبيت الماكينة بالاختبار في حالة تعذر تعيينها من الرسومات و الحسابات

٥ التقييم

يضع الجزء الأول من هذه المواصفة وصفا عاما لحالتي المعيار المستخدم لتقييم شدة الاهتزاز على أنواع كثيرة من الماكينات. أحد هذه المعايير يعتمد على مقدار الاهتزازات المقاسة في مدى تردد عريض، والثاني يعتمد على قيمة التغيير الذي يحدث في مقدار الاهتزازات المقاسة سوء كان بالزيادة أو النقصان.

٥/ ١ المعيار ١ : مقدار الاهتزاز

هذا المعيار يهتم بتعريف حدود مدى مقدار الاهتزاز والمتوافقة مع الأحمال الديناميكية الواقعة على أسطح كراسي التحميل والحدود المقبولة للاهتزازات المنقولة إلى البيئة المحيطة من خلال دعامة التركيب (الهيكل) والأرضية. وتقارن أكبر قيمة للاهتزازات المقاسة عند كل كرسى أو دعامته مع المعيار الموصف لمنطقة الكرسي. ومناطق التقييم تم تحديدها بناء على الخبرة العالمية.

٥/ ١/ ١ مناطق التقييم

تم تحديد مناطق التقييم التالية للتأكد من عمل تقييم كيفي للاهتزازات على الماكينات وكذلك لتقديم إرشادات عن الإجراءات الممكن اتخاذها. ويمكن تطبيق تصنيفات مختلفة وأيضا عدد مختلف من مناطق التقييم لأنواع محددة من الماكينات ويتم عرض ذلك فى الأجزاء الأخرى من هذه المواصفة. ويعرض الملحق ب قيما" مبدئية لحدود مناطق التقييم.
المنطقة أ : تندرج اهتزازات الماكينات الجديدة تحت التشغيل داخل هذه المنطقة.
المنطقة ب : الماكينات التي لها اهتزازات تقع في هذه المنطقة تكون مقبولة للتشغيل لفترة طويلة غير محددة.
المنطقة جـ : الماكينات التي لها اهتزازات تقع في هذه المنطقة تكون غير مقبولة للعمل لفترة طويلة مستمرة. وفى هذه الحالة يمكن تشغيل الماكينة لفترة محددة من الوقت حتى تتاح فرصة مناسبة لعلاج المشكلة.
المنطقة د : قيم الاهتزازات التي تندرج تحت هذه المنطقة شديدة جداً بحيث يمكن ان تسبب تلفا للماكينة.

وفى بعض الحالات المحددة يمكن ان تكون هناك سمات محددة مرتبطة بماكينة معينة تتطلب استخدام قيم مختلفة لحدود المناطق (أعلى أو أقل). وفى هذه الحالات من الضروري شرح أسباب ذلك وكذلك التأكد من أن الماكينة لن تتعرض للخطر عند التشغيل عند قيم اهتزاز عالية.

٥/ ١/ ٢ حدود منطقة التقييم

قيم حدود المنطقة المدونة في الجداول (أ١)،(أ٢)، (أ٣) و (أ٤) مبنية على أعلى قيم لمدى واسع للاهتزازات لقراءات السرعة والإزاحة عندما تؤخذ من مجسين على قطرين متعامدين. وعلى هذا فعند استخدام هذه الجداول فان أعلى قيمة يتم الحصول عليها من أي من مجسي القياس هي التي تؤخذ في الاعتبار. وعند مقارنة أعلى قيم تم قياسها للسرعة والإزاحة بالقيم المقابلة في جدول أ١، أ٢، أ٣ و أ٤ فان المنطقة الأكثر شدة هي التي يجب تطبيقها .

٥/ ١/ ٣ الاهتزازات المحورية

ليس من المعتاد قياس الاهتزازات المحورية إذا كان التحميل الأساسي للكراسي قطريا وذلك أثناء المراقبة المستمرة للتشغيل. ولكن هذه القياسات تؤخذ أساسا أثناء الكشف الدوري أو عند تحديد الأعطال. بعض الأعطال يمكن تحديدها بسهولة باستخدام القياسات المحورية. و يستخدم معيار الاهتزازات المحورية في الوقت الحالي عند وجود كراسي رولمان بلى محورية، حيث إن التذبذب الناجم عن الاهتزازات المحورية قد يسبب انهيار الأسطح المحورية التي عليها أحمال تشغيل. ولهذا فالقيم الموضوعة في الجداول (أ١)، (أ٢)، (أ٣) و (أ٤) تطبق في حالة الاهتزازات القطرية على جميع كراسي التحميل القطرية ، في حالة الاهتزازات المحورية تطبق على كراسي التحميل المحورية .

٥/ ١/ ٤ اهتزاز المضخة

تطبق قيم المعيار في الجدولين (أ٣) و(أ٤) عند تشغيل المضخة على معدل الانسياب الموصف. قد ترتفع قيم الاهتزاز للمضخة نتيجة تشغيلها تحت ظروف مختلفة حيث يؤدى ذلك إلى زيادة الأحمال الهيدروليكية فى التدفق الجزئى. ويمكن التشغيل فى هذه الحالة لفترة وجيزة، ولكن يمكن أن يؤدى ذلك إلي تلف المضخة أو تآكل سريع خلال فترات زمنية ممتدة.

يمكن ضبطها بناء على الخبرة المكتسبة. قيم تنبيهات الخطورة أو الإيقاف للخطورة

يجب أن يكون معلوما أن هناك بعض المضخات لاستخدام معين ولها صفات خاصة في بنائها و التي تسمح بقيم اهتزاز أكبر من القيمة المدرجة في الجدولين (أ٣) و (أ٤) أثناء التشغيل وبدون أن يؤدى ذلك إلى حدوث مشاكل (انظر الملاحظتين ٢ و ٤ في الجداول بالملحق أ).

وعند تركيب المضخة يجب بذل عناية خاصة لتحاشى حدوث رنين في نظام توصيل الأنابيب والأرضية عند الترددات الطبيعية لسرعة التشغيل (مثل تردد التشغيل أو مضاعفاته أو تردد المرور للريشة)، حيث أن هذا الرنين يمكن أن يسبب زيادة في الاهتزاز.

٥/ ٢ المعيار ٢ : التغير في قيمة الاهتزاز

هذا المعيار يختص بتقييم التغير في قيمة الاهتزاز عن قيمة مرجعية سابقة. وعند حدوث تغير واضح في قيمة الاهتزاز يتطلب هذا اتخاذ إجراء ما، حتى وإن لم تتعد القيمة الجديدة حدود المنطقة ج للمعيار ١. قد يكون هذا التغير لحظيا أو متدرجا مع الوقت، ويمكن أن يشير هذا إلى احتمال وجود عطب أو عدم الانتظام

. المعيار ٢ مبنى على التغير الذي يحدث في قيمة الاهتزازات الواسعة والتي تحدث تحت ظروف التشغيل العادي. وهذه الظروف تضم التغيرات البسيطة في قدرة الماكينة أو ظروف التشغيل.
وعند تطبيق المعيار٢ يجب مقارنة قياسات الاهتزاز المأخوذة عند نفس وضع واتجاه المجس وتحت نفس ظروف التشغيل للماكينة تقريبا. ولتجنب الأخطار فيجب دراسة التغيرات الواضحة في قيم الاهتزاز بغض النظر عن قيمتها. وعندما يكون هذا التغير أكبر من ٢٥ % - سواء بالزيادة أو النقصان - من القيمة العليا للمنطقة ب كما هو موضح في الجداول (أ١)، (أ٢)، (أ٣)، و (أ٤) ، فيعتبر هذا التغير جدير بالاحترام ، خاصة إذا كان فجائيا. ويجب عمل تشخيص للتحقق من سبب التغير ولتعيين الإجراءات التى يجب اتخاذها.

:

القيمة ٢٥ % تستخدم كدليل لإيجابية التغير الحادث في قيم الاهتزاز ولكن يمكن استخدام قيم أخري بناء على الخبرة المكتسبة في ماكينة معينة (على سبيل المثال يسمح بحيود كبير ببعض المضخات).

٥/ ٣ حدود التشغيل:

من المعتاد أن يتم وضع حدود تشغيل لبعض أنواع الماكينات فى حالة التشغيل طويل الأمد. وتأخذ هذه الحدود شكل التنبيهات والتحذير من الخطورة.
تنبيهات الخطورة : تستخدم تنبيهات الخطورة لتقدم تحذيراً ان مقدار الاهتزازات قد وصل إلى قيمة محددة أو أن تغيراً كبيراً في الاهتزازات قد حدث، مما يستوجب إيجاد علاج للمشكلة. وبشكل عام فعند حدوث موقف تنبيهي فيمكن أن يستمر التشغيل لفترة ما بينما يتم تقصى أسباب التغير في الاهتزازات وتحديد حل لعلاج المشكلة.
الإيقاف للخطورة : هي قيمة مقدار الاهتزازات والذي يمكن أن يسبب تلف الماكينة إذا ما تم تشغيلها بشكل زائد فإذا ما زادت قيمة الاهتزازات عن حد الإيقاف للخطورة ، فيجب أتحاذ إجراء فوري لتقليل اهتزازات الماكينات أو إيقافها .
ويمكن تعيين حدود تشغيل مختلفة تبعا للتحميل الديناميكي و كزازة الركائز لمواقع واتجاهات قياس مختلفة.
وتعرض الأجزاء الإضافية أخرى من هذه المواصفة إرشادات لتحديد معايير التنبيه للخطورة و إيقاف الخطورة لأنواع محددة من الماكينات.

٥/ ٣/ ١ ضبط تنبيهات الخطورة

تختلف قيم الإيقاف للخطورة بالارتفاع او الانخفاض للماكينات المختلفة. فيتم تحديد القيم المختارة بالنسبة إلى قيم خط القاعدة والتي تعرف وتحدد من خلال الخبرة السابقة لقياسات الاهتزازات و الاتجاه لنفس الماكينة .
ويوصى بأن تكون حد التنبيه للخطورة أكبر من القيمة الأساسية بمقدار ٢٥ % من الحد الأعلى للمنطقة ب . وإذا كانت ا لقيمة الأساسية منخفضة، فان التنبيه للخطورة يكون أقل من حد المنطقة جـ .
عندما لا توجد قيمة أساسية (مثلا فى ماكينة جديدة)، فان حد التنبيه للخطورة الأصلي يجب أن يختار إما عن خبرة سابقة بماكينات أخرى مشابهة. وبعد فترة من التشغيل المعتاد، تتولد قيمة الحالة الأساسية للماكينة و يضبط حد التنبيه للخطورة تبعا لها.
ويوصى بألا يتعدى حد التنبيه للخطورة ١,٢٥ من الحد الأعلى لحد المنطقة ب. إذا تغيرت القيمة الأساسية (مثلا بعد إجراء عمرة الماكينة)، فان حد التنبيه للخطورة يجب ضبطه مرة أخرى.

٥/ ٣/ ٢ ضبط حد الإيقاف للخطورة

ترتبط قيم الإيقاف للخطورة بشكل عام بالسلامة الميكانيكية للماكينة، كما تعتمد على أي خصائص تصميميه معينة توجد لمساعدة الماكينات على مقاومة وتحمل القوى الديناميكية غير العادية. وتكون القيم المستخدمة هي نفس القيم في كل الماكينات التي لها نفس التصميم ولا ترتبط بالقيم الثابتة لخط القاعدة التي تستخدم لتحديد التنبيهات.

وقد يكون هناك اختلافات في الماكينات التي لها تصميم مختلف ولا يمكن إعطاء إرشادات عن القيم المطلقة للإيقاف للخطورة. وتكون قيم الإيقاف للخطورة بشكل عام في نطاق المنطقة جـــ والمنطقة د. ويوصى بألا يزيد على ١,٢٥ مرة من الحد الأعلى للمنطقة جـ .

٥/ ٤ الإجراءات الإضافية (المكملة) / المعايـير

قيـاس وتقـييم الاهتزازات المعطاة في هـذا الجـزء من هذه المواصفة ربمـا يستكمـل أو يستبـدل بقياسـات اهتزازات عمود الـدوران والمعيـار القابلة للاستخدام معطاة في المواصفة المدرجة ببند (٣) من المراجع المكملة لا توجد وسيلة بسيطة لربـط اهتزازات الكراسي باهتزازات العمود الـدوار أو العكس. الفـرق بـين قياسـات المطلقة والنسبيـة للعمود الـدوار مرتبطة باهتزازات الكراسي ولكـن ربمـا لا يكونـوا متساويـان عدديا بـسـبب اختلاف زاوية الطور ولذلـك عندمـا تطبـق معايـير هـذا الجـزء من هذه المواصفة بالإضافة إلي المواصفة المدرجة ببند (٣) من المراجع المكملة في تقـييم اهتزازات المعدة يجب عمل قياسـات مستقلة لاهتزازات الكراسي أو عمود الـدوران.

وفـى حالـه تطبيـق المعاييـر المختلفة يـؤدى إلـى تقـييمات مختلفة لخطـورة الاهتزازات ويجب تطبيق التقييم الأكثر تحفظا

٥/ ٥ تقييـم يعتمـد علـى معلومـات متجـه الاهتزازات

يعـتبر التقـييم في هـذا الجـزء من هذه المواصفة قاصرا لاهتزازات النطـاق الواسـع بـدون تحديد مركبات التردد أو زاويـة الطـور. وفـى معظـم الحـالات يكـون هذا كافي لأغـراض مراقبة التشغيـل و اختبـارات القبـول.ومـع ذلـك في أغراض المراقبة لفترة طويلة وللتشخيـص يكون استخدام معلومـات متجـه الاهتزازات مفيـد خاصة في اكتشاف وتحديـد التغير في الحالة الديناميكية للمعده. في بعـض الحـالات هـذا التغير لـن يكتشـف عند استخـدم قياسـات اهتزازات النطـاق الواسـع (أنظر على سبيـل المثـال الجزء الأول من هذة المواصفة).

يستخـدم المعلومات عن الـتردد و زاويـة الطـور علـى نحـو متزايـد لأغـراض التشخيـص ومراقبـة الحالة ولكن تحديد المعايير التردد و زاوية الطور خارج نطاق هذه المواصفة .

٦ اختبارات الرنين

يجب التأكد من أن الماكينة وركائز الهيكل لا يوجد بها أى نوع من أنواع الرنين وذلك يتطلب إجراء اختبارات الرنين والتى تشمل اختبارات الصدمات واختبارات السرعة الحرجة. و فى جميع الأحوال يجب أن يكون هناك حيز فاصل لا يقل عن ٢٠% بين التردد الطبيعي وتردد الإثارة.

الملحق (أ)

(قياسى)

تقييم حدود المناطق

لقد وجد أن سرعة الاهتزاز تكون كافية لتعريف قيم حدود المنطق للاهتزاز لعدد كبير من أنواع الماكينات وسرعات تشغيل مختلفة. والكمية الرئيسية للتقييم هى الجذر التربيعى لمربع المتوسطات (r.m.s) لقيم سرعة الاهتزاز.

:

فى حالات كثيرة، عادة ما يقاس الاهتزاز بأجهزة مدرجة لقياس القمة بدلا من (r.m.s) لقيم الاهتزاز. إذا كانت موجة الاهتزاز موجة واحدة جيبية، فإنه توجد علاقة بسيطة بين القمة و( ) وحدود المنطقة فى الجداول يمكن التعبيرعنها بقيم صفر- قمة بضربها فى الجذر التربيعى لـ ٢ أو فى قيم قمة - قمة بضربها فى ٢ الجذر التربيعى لـ ٢.

وبالمثل القيمة المقاسة صفر - قمة يمكن مقارنتها بالمعيار (r.m.s) الموجود بالجداول (أ١)، (أ٢)، (أ٣) و (أ٤) بعد قسمتها على معامل الجذر التربيعى لـ ٢.

ولكثير من الماكينات ، يكون الاهتزاز الواضح عادة عند تردد دوران الماكينة، وفى حالة المضخات يكون الاهتزاز الواضح أحيانا عند تردد مرور النصل. وفى هذه الحالات، وعندما تكون قيم الاهتزاز المقاسة هى للقمة بدلا من قيم (r.m.s) فإنه يمكن إنشاء جداول مثل الجداول (أ١)، (أ٢)، (أ٣) و (أ٤). وحدود المناطق لهذه الجداول المدرجة يمكن الحصول عليها بضرب حدود الجداول (أ١)، (أ٢)، (أ٣) و (أ٤) فى معامل الجذر التربيعى لـ ٢ وذلك لتقييم شدة الاهتزاز إذا كان التردد الموجود واحد فقط.

من المتعارف عليه أن استخدام قيمة واحدة لسرعة الاهتزاز، بغض النظر عن التردد، قد يؤدى إلى عدم الكشف عن وجود إزاحة اهتزاز كبيرة و غير مقبولة. وهذا الإحتمال كبير خاصة للماكينات ذات سرعات التشغيل المنخفضة وعندما يكون مكون الاهتزاز السائد عند تردد الدوران. وبالمثل، فان معيار السرعة الثابتة للماكينات ذات سرعات التشغيل العالية أو ذات طاقة اهتزازية عالية ومركزة فى مدى تردد عال يمكن أن يقود الى قيم عجلة عالية وغير مقبولة. والوضع المثالى أن يكون معيار القبول معرفا (محتويا) على قياسات للإزاحة والسرعة والعجلة بناء على سرعة التشغيل للماكينة وكذا نوعها. و قيم حدود مناطق الاهتزاز مكونة حاليا من السرعة و الإزاحة فقط. وهذه مدرجة فى الجداول العامة (أ١)، (أ٢)، (أ٣) و (أ٤) للأربع مجموعات من الماكينات والتى تم تغطيتها فى هذا الجزء من هذة المواصفة .

تنطبق الحدود المستخدمة لقيم (r.m.s) لسرعة الاهتزاز والإزاحة لمدى واسع من التردد من ١٠ هرتز إلى ١٠٠٠ هيرتز، أو للماكينات بسرعة أقل من ٦٠٠ لفة / دقيقة، من ٢ هرتز إلى ١٠٠٠ هرتز. وفى معظم الحالات يكفى فقط قياس سرعة الاهتزاز. إذا كان طيف الاهتزاز متوقعا أن يحتوى على مكونات ذات تردد منخفض، فان التقييم يجب أن يرتكز على قياسات مدى تردد واسع لكل من السرعة والإزاحة.

ماكينات الأربع مجموعات يمكن تركيبها على دعائم صلبة أو مرنة. الجداول (أ١)، (أ٢)، (أ٣) و (أ٤) بها قيم تقييم مختلفة لكلتا الحالتين. الارشادات الخاصة بتقسيم الدعائم مدرجة فى الفقرة (٤).

الجدول (أ١)

تقسيم شدة منطقة الاهتزاز لماكينات المجموعة ١:
ماكينات كبيرة بقدرة أكبر من ٣٠٠ ك وات ولا تزيد على ٥٠ ميجا وات ،
ماكينات كهربائية بارتفاع العمود أكبر من أو يساوى ٣١٥ مم.

نوع الدعائم	حدود المنطقة	R. M. S الإزاحة ميكرومتر	R. M. S السرعة مم / ث
جسيئة	أ / ب	٢٩	٢,٣
	ب / جـ	٥٧	٤,٥
	جـ / د	٩٠	٧,١
مرنة	أ / ب	٤٥	٣,٥
	ب / جـ	٩٠	٧,١
	جـ / د	١٤٠	١١,٠

الجدول (أ٢)

تقسيم مناطق شدة الاهتزاز لماكينات المجموعة ٢:
ماكينات حجم متوسط بقدرة أكبر من ١٥ ك وات وتشمل ٣٠٠ ك وات،
ماكينات كهربائية بارتفاع العمود اكبر من او يساوي ١٦٠ مم و لا يزيد عن ٣١٥ مم.

نوع الدعائم	حدود المنطقة	R. M. S الإزاحة ميكرومتر	R. M. S السرعة مم / ث
جسيئة	أ / ب	٢٢	١,٤
	ب / جـ	٤٥	٢,٨
	ج / د	٧١	٤,٥
مرنة	أ / ب	٣٧	٢,٣
	ب / جـ	٧١	٤,٥
	جـ / د	١١٣	٧,١

الجدول (أ٣)

تقسيم مناطق شدة الاهتزاز لماكينات المجموعة ٣:

مضخات ذات ريش كثيرة و محرك منفصل (طرد مركزي ، انسياب مختلط، أو انسياب محوري) وبقدرة أكبر من ١٥ ك وات

نوع الدعائم	حدود المنطقة	R. M. S الإزاحة ميكرومتر	R. M. S السرعة مم / ث
جسيئة	أ / ب ب / جـ جـ / د	١٨ ٣٦ ٥٦	٢,٣ ٤,٥ ٧,١
مرنة	أ / ب ب / جـ جـ / د	٢٨ ٥٦ ٩٠	٣,٥ ٧,١ ١١,٠

الجدول (أ٤)

تقسيم مناطق شدة الاهتزاز لماكينات المجموعة ٤:

مضخات ذات ريش كثيرة و محرك مدمج (طرد مركزي ، انسياب مختلط، أو انسياب محوري) وبقدرة أكبر من ١٥ ك وات

نوع الدعائم	حدود المنطقة	R M S الإزاحة ميكرومتر	R M S السرعة مم / ث
جسيئة	أ / ب ب / جـ جـ / د	١١ ٢٢ ٣٦	١,٤ ٢,٨ ٤,٥
مرنة	أ / ب ب / جـ جـ / د	١٨ ٣٦ ٥٦	٢,٣ ٤,٥ ٧,١

١- هذه القيم تستخدم للقياسات القطرية لكل كراسى التحميل ودعائمها و أجسام الماكينات أو للقياسات المحورية لكراسى التحميل المحورية تحت ظروف تشغيل مستقرة وعند سرعات التشغيل المطلوبة. ولاتنطبق هذه الجداول للماكينات تحت ظروف تشغيل انتقالية (مثل تغيير السرعة أو الأحمال).
٢- يمكن السماح بقيم مختلفة أو عالية لماكينات معينة أودعائم وظروف تشغيل خاصة. وفى كل هذه الحالات يجب الإتفاق بين المصنع والعميل.
٣- للمضخات ذات الريش المخصوصة الغير قابلة للإنسداد أو ذات التشغيل المماثل قد توجد قيم أعلى (مثل حتى ٣مم / ث لمضخة ذات ريشة واحدة).

٧ المصطلحات

سرعة التصميم .... rated Speed

مجس .... transducer

تنبيهات الخطورة .... Alarm

إيقاف الخطورة .... Trip

الأساس .... base line

القاعدة .... pedestal

٨ المراجع

المواصفة القياسية الدولية ISO 10816-3:1998

Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts -- Part 3: Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min when measured in situ

الجهات آلتي اشتركت في وضع هذه المواصفة

قام بإعداد هذه المواصفة اللجنة الفنية رقم (٥ /١٣) والخاصة بـ " الأهتزازات و الصدمات الميكانيكيه" ولجنة التوافق رقم ١/٥ والخاصة بالميكانيكيةوالتى يضم تشكيلهم الجهات التالية:

الهيئة المصرية للمواصفات والجودة

كلية العلوم جامعة عين شمس

الشركة العربية البريطانية للصناعات الديناميكية

مصلحة الدمغ والموازين

شركة حلوان للألات والمعدات

الفجر للصناعات الهندسية

المعهد القومي للقياس والمعايرة

شركة أسمنت طره

شركة السويس لتصنيع البترول

هندسة القاهرة

الهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة

١- أنشئت الهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى عام ١٩٥٧ بالقرار الجمهورى رقم ٢٩ لسنة ١٩٥٧ الذى نص على اعتبارها المرجع القومى المعتمد للشئون التوحيد القياسى ونص القانون رقم ٢ لسنة ١٩٥٧ على أن المواصفة لا تعتبر قياسية إلا بعد اعتمادها من الهيئة.

٢- فى عام ١٩٧٩ صدر القرار الجمهورى رقم ٣٩٢ لسنة ١٩٧٩ الذى قرر ضم مركز ضبط الجودة إلى الهيئة، وإعادة تسميتها بالهيئة المصرية العامة للتوحيد القياسى وجودة الإنتاج، وفقاً لهذا القرار فإن الهيئة تختص بالآتى :

- إعداد وإصدار المواصفات القياسية للخامات والمنتجات والخامات والأجهزة ونظم الإدارة والتوثيق والمعلومات ومتطلبات الأمن والسلامة وفترات العلاجية وأجهزة القياس.
- التفتيش الفنى والاختبار والرقابة وسحب العينات وإصدار شهادات المطابقة للمواصفات المعتمدة وشهادات المعايرة لأجهزة القياس.
- الترخيص بمنح علامة الجودة للمنتجات الصناعية وعلامات وشهادات الجودة والمطابقة المنتجات للمواصفات القياسية.
- تقديم المشورة الفنية وخدمات التدريب فى مجالات المواصفات والجودة القياس والمعايرة والاختبار والمعلومات لجميع الأطراف المعنية.
- تمثيل مصر فى أنشطة المنظمات الدولية والإقليمية العامة فى مجالات المواصفات والجودة والاختبار والمعايرة.

تقوم الهيئة بتنفيذ متطلبات واشتراطات اتفاقية العوائق الفنية على التجارة لمنظمة التجارة العالمية حيث أن الهيئة هى نقطة الاستعلام المصرية للإمداد بالمعلومات والوثائق فى مجال المواصفات وتقييم المطابقة.

٣- يدير الهيئة مجلس إدارة برئاسة وكيل أول الوزارة رئيس الهيئة، ويضم المجلس فى عضوية ممثلين عن مختلف الجهات المعنية للتوحيد القياسى وجودة الإنتاج والاختبار والمعايرة فى مصر بالإضافة إلى عدد من الأكاديميين والعلميين والخبراء والقانونيين ورجال الإعلام.

٤- يتم إعداد المواصفات القياسية من خلال لجان فنية يربو عددها على مائة لجنة يشارك فيها خبراء طبقاً للمعايير الدولية ومتخصصون من جميع الجهات المعنية ويقوم بالأمانة الفنية لها أعضاء من العاملين بالهيئة.

٥- يتم توزيع مشاريع المواصفات على قاعدة عريضة من الجهات المعنية والبلاد العربية لإبداء الملاحظات خلال فترة ستين يوماً كما تعرض هذه المشاريع على لجنة الصياغة ولجان عامة للمراجعة قبل العرض على مجلس الإدارة.

٦- تتبع الهيئة نظام الترخيص للمصانع باستخدام علامات الجودة على السلع والمنتجات المطابقة للمواصفات المصرية وذلك حماية المستهلكين وخدمة للصانعين لرفع جودة منتجاتهم. ويوجد بالهيئة مجموعة كبيرة من المعامل الحديثة لاختبار المنتجات الكيمائية ومواد البناء والتشييد والمنتجات الهندسية والغذائية ومنتجات الغزل والنسيج بالإضافة إلى معامل للقياس والمعايرة الميكانيكية والكهربائية والفيزيائية.

٧- يتوفر بالهيئة وحدة لحماية المستهلك لتتلقى شكواهم وتعمل على حلها وقد لاقت أعمال الوحدة نجاحاً كبيراً.

٨- يتوفر بالهيئة المكتبة الوحيدة فى مصر المتخصصة فى المواصفات القياسية تحتوى على أكثر من ١٣٠ ألف مواصفة دولية وأجنبية وإقليمية وعربية ومصرية.

EGYPTIAN STANDARDS

ES

ES: 4603-3/ 2006

ISO 10816-3/1998

Mechanical vibration -- Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts

Part :3

Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min when measured in situ

ICS : 17.160; 29.160.40

Arab Republic of Egypt
Egyptian Organization for Standardization and Quality